

A. TAULES I CORBES DE CALIBRATGE.	2
A.1 Calibratge en energies.	2
A.2 Calibratge en eficiències	5
B. RESULTATS INTECOMPARACIÓ MOSTREJADORS.	7
B.1. Valors d'activitat del ^{210}Pb obtinguts amb la bomba gran i mitjana.....	7
B.2. Valors d'activitat del ^{210}Pb obtinguts amb la bomba gran i activitat beta total obtinguda amb la bomba petita.	8
C. COST ECONÒMIC.	9
C.1 Temps.	9
C.2 Material consumible.	10

A. Taules i corbes de calibratge.

En la secció següent es mostren els diversos calibratges que usen els detectors emprats en l'elaboració del projecte

A.1 Calibratge en energies.

ESPECTROMETRÍA GAMMA CALIBRACIÓN EN ENERGÍAS							
Detector: 5 Blindaje:5			Nº espectro: 52381				
Patrón ref.: 1257/237			Fecha calibración: 25-MAY-13				
Fecha referencia patrón: 1-8-11			Fichero de calibración: DET5-CAL26				
Pico	Isótopo	Energía (keV)	Lower Channel	Upper channel	Tailing	FWHM	Canal central
1	Pb-210	46.54	101	115	1.76	2.64	108.31
2	Am-241	59.54	131	145	2.14	2.72	138.4
3	Cd-109	88.03	197	211	2.75	2.76	204.3
4	Co-57	122.06	276	289	2.87	2.77	282.99
5	Ce-139	165.86	376	391	1.63	2.81	384.18
6	Hg-203	279.2	-	-	-	-	-
7	Sn-113	391.7	899	913	7.25	3.01	906.5
8	Sr-85	514	-	-	-	-	-
9	Cs-137	661.66	1523	1539	12.51	3.58	1531.34
10	Y-88	898.04	2071	2088	5.63	3.71	2078.92
11	Co-60	1173.23	2707	2725	5.33	4.22	2716.67
12	Co-60	1332.49	3077	3094	5.76	4.43	3085.92
13	Y-88	1836.05	-	-	-	-	-

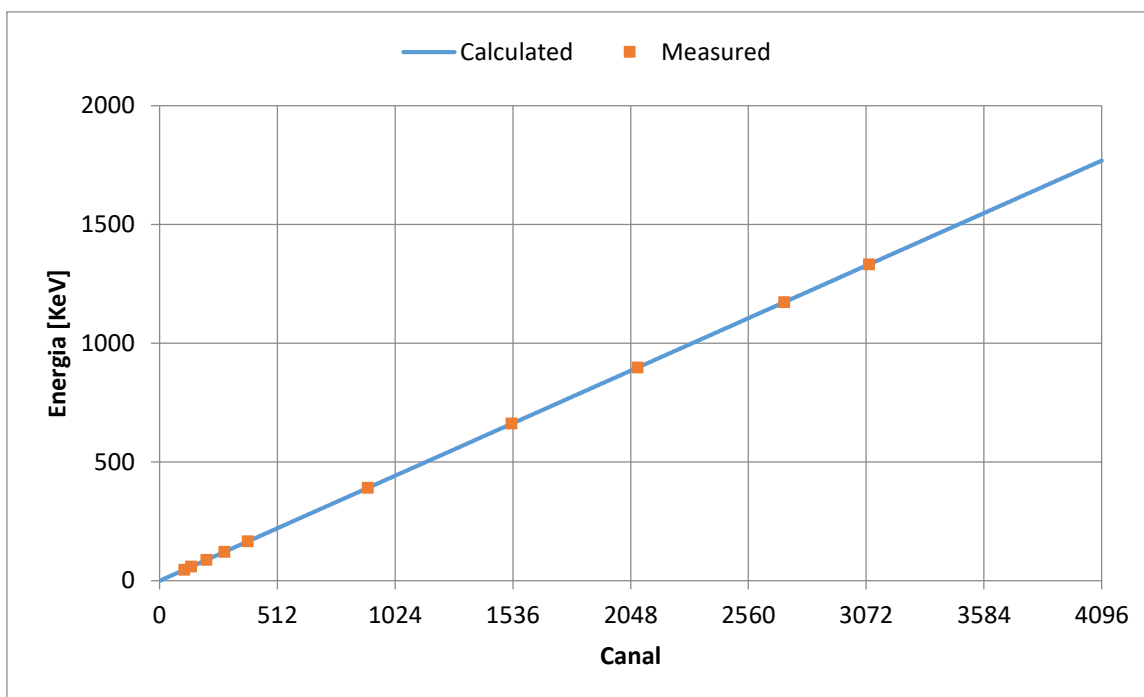
Taula A1. Resultats calibratge en energies detector 5.

Les equacions d'ajust obtingudes per al detector 5 són les següents:

$$\text{Energy} = 1,204\text{e-}001 \text{ keV} + 4,320\text{e-}001 * \text{Ch}$$

$$\text{FWHM} = 9,540\text{e-}001 \text{ keV} + 2,442\text{e-}002 * E^{1/2}$$

$$\text{Lo Tail} = 7,761\text{e-}001 \text{ keV} + 1,919\text{e-}003 * E$$



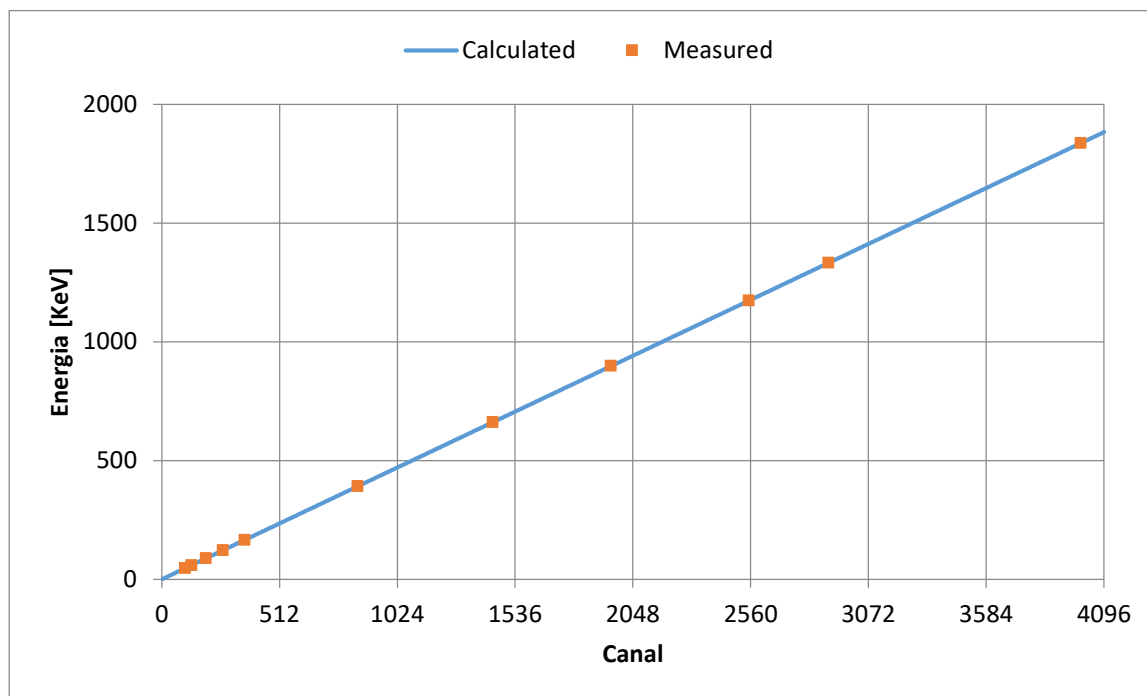
Gràfic A1. Recta d'ajust calibratge en energies detector 5.

ESPECTROMETRÍA GAMMA CALIBRACIÓN EN ENERGÍAS							
Detector: 4 Blindaje:4			Nº espectro: 3614				
Patrón ref.: 1257/237			Fecha calibración: 9-OCT-13				
Fecha referencia patrón: 1-8-11			Fichero de calibración: DET4-CAL31				
Pico	Isótopo	Energía (keV)	Lower Channel	Upper channel	Tailing	FWHM	Canal central
1	Pb-210	46.54	97	107	1.35	1.9	101.81
2	Am-241	59.54	124	135	1.63	1.96	130.08
3	Cd-109	88.03	186	197	1.61	2	192
4	Co-57	122.06	260	272	2.23	2.09	265.95
5	Ce-139	165.86	355	367	3.92	2.15	361.12
6	Hg-203	279.2	-	-	-	-	-
7	Sn-113	391.7	845	859	2.47	2.56	852.08
8	Sr-85	514	-	-	-	-	-
9	Cs-137	661.66	1430	1448	3.44	3.06	1439.15
10	Y-88	898.04	1946	1963	2.98	3.46	1953.47
11	Co-60	1173.23	2554	2561	3.98	3.87	2552.47
12	Co-60	1332.49	2889	2909	4.22	4.12	2899.27
13	Y-88	1836.05	3984	4008	4.23	4.88	3996.21

Taula A2. Resultats calibratge en energies detector 4.

Les equacions d'ajust obtingudes per al detector 4 són les següents:

Energy = $-1,938\text{E-}001 \text{ keV} + 4,597\text{e-}001 \cdot \text{Ch}$
FWHM = $5,922\text{e-}001 \text{ keV} + 3,437\text{e-}002 \cdot E^{1/2}$
Lo Tail = $6,575\text{e-}001 \text{ keV} + 9,620\text{e-}004 \cdot E$

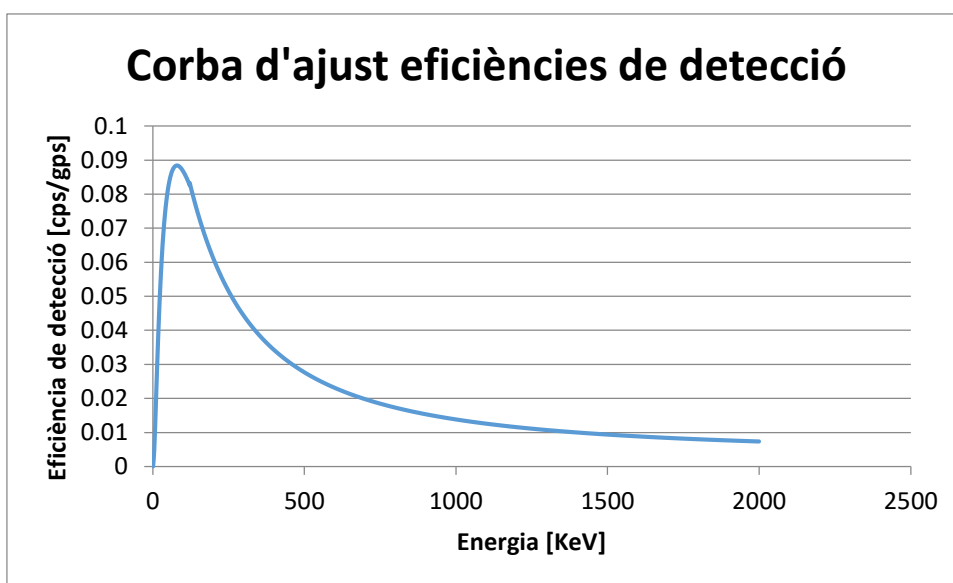


Gràfic A2. Recta d'ajust calibratge en energies detector 4.

A.2 Calibratge en eficiències

Pico	Isòtopo	Energia (keV)	Eficiencia Calculada (Ajustada) (cps/gps)	Eficiencia Medida (Experimental) (cps/gps)	Error Medido (%) (k=1)	Desv. (%)
	Pb-210	46.54	0.09188			
1	Am-241	59.54	0.09181	0.091808	1.7	0.00
2	Cd-109	88.03	0.08853	0.08853	3.33	0.00
3	Co-57	122.06	0.08356	0.083055	1.18	0.61
4	Ce-139	165.86	0.06304	0.06495599	1.55	-2.95
5	Hg-203	279.18	0.04071	0.0310726	3.66	31.02
6	Sn-113	391.69	0.03067	0.03303494	2.48	-7.16
	Be-7	477.6	0.02589		1.8	
7	Sr-85	513.99	0.02429	0.02447409	3.67	-0.75
8	Cs-137	661.65	0.01946	0.02105383	3.33	-7.57
9	Y-88	898.02	0.01488	0.01432323	1.81	3.89
10	Co-60	1173.2	0.01185	0.01196836	1.81	-0.99
11	Co-60	1332.5	0.0107	0.01072826	1.61	-0.26

Taula A3. Resultats calibratge en eficiències detector 4.



Gràfic A3. Corba d'ajust de les eficiències de detecció del detector 4.

Pico	Isòtopo	Energia (keV)	Eficiencia Calculada (Ajustada) (cps/gps)	Eficiencia Medida (Experimental) (cps/gps)	Error Medido (%) (k=1)	Desv. (%)
	Pb-210	46.54	0.09589		6.5	
1	Am-241	59.54	0.09504	0.09504	1.31	0.00
2	Cd-109	88.03	0.09142	0.09142	3.12	0.00
3	Co-57	122.06	0.08648	0.08646	1.27	0.02
4	Ce-139	165.86				
5	Hg-203	279.18				
6	Sn-113	391.69				
	Be-7	477.6	0.02997		1.24	
7	Sr-85	513.99				
8	Cs-137	661.65	0.02255	0.02259	1.02	-0.18
9	Y-88	898.02				
10	Co-60	1173.2	0.01329	0.01316	1.18	0.99
11	Co-60	1332.5	0.01176	0.01183	1.05	-0.59

Taula A4. Resultats calibratge en eficiències detector 5.

B. Resultats intecomparació mostrejadors.

B.1. Valors d'activitat del ^{210}Pb obtinguts amb la bomba gran i mitjana.

La diferència més gran obtinguda entre aquets dos valors es produeix durant la setmana 24, amb la bomba de mitja volum sofrint una desviació d'un 72.94 % respecte als valors de la bomba d'alt volum. La desviació més petita és durant la setmana 17 amb un 1.40%. La desviació mitjana durant l'estudi ha estat d'un 20.99% , tot i que s'observa que és un valor que té variacions significatives entre una setmana i una altra. Els resultats marcats amb vermell no s'han inclòs a l'hora de fer la correlació entre les activitats ja que no són fiables per culpa de talls de llum o errors en el procediment.

Numero setmana	Referència Filtre BAV	Referència Filtre BMV	Activitat ^{210}Pb BAV (Bq/m ³)	Activitat ^{210}Pb BMV (Bq/m ³)	Incertesa ^{210}Pb BAV (K=2) (Bq/m ³)	Incertesa ^{210}Pb BMV (K=2) (Bq/m ³)	Desviació Activitat BMV respecte BAV (%)
1	F-725	BMV1	3.68E-04	5.86E-04	4.76E-05	9.73E-05	59.23
9	F-733	BMV3	3.21E-04	4.26E-04	2.42E-05	7.64E-05	32.59
10	F-734	BMV4	2.72E-04	3.00E-04	2.06E-05	5.63E-05	10.53
15	F-744	BMV6	5.02E-04	4.41E-04	3.78E-05	7.83E-05	-12.04
16	F-745	BMV7	6.10E-04	5.93E-04	4.52E-05	9.77E-05	-2.78
17	F-746	BMV8	1.12E-03	1.13E-03	8.51E-05	1.12E-04	1.40
18	F-747	BMV9	4.68E-04	4.75E-04	3.53E-05	8.37E-05	1.53
19	F-748	BMV10	5.43E-04	7.41E-04	4.05E-05	1.22E-04	36.44
21	F-750	BMV12	1.05E-03	9.25E-04	7.72E-05	1.51E-04	-11.75
22	F-751	BMV13	3.47E-04	4.77E-04	2.60E-05	6.12E-05	37.63
23	F-752	BMV14	2.09E-04	2.63E-04	1.61E-05	5.41E-05	26.13
24	F-754	BMV15	8.24E-04	1.43E-03	1.07E-04	1.34E-04	72.94

Taula B1. Valors d'activitat obtinguts amb la bomba gran i mitjana.

B.2. Valors d'activitat del ^{210}Pb obtinguts amb la bomba gran i activitat beta total obtinguda amb la bomba petita.

En aquest cas s'ha realitzat el mostreig durant 20 setmanes. S'observa que la diferencia més gran obtinguda entre aquets dos valors es produeix durant la setmana 11, amb la bomba de baix volum sofrint una desviació d'un 52.24 % respecte als valors de la bomba d'alt volum. La desviació més petita és durant la setmana 17 amb un 1.40%. La desviació mitjana durant l'estudi ha estat d'un 24.26 % , a excepció de dos valors la desviació obtinguda es manté dins d'uns límits raonables, aquests resultats estan marcats en vermell i no s'han inclòs a l'hora de fer la correlació entre les activitats ja que no són fiables per culpa de talls de llum o errors en el procediment.

Número setmana	Referència Filtre BAV	Referència Filtre BC	Activitat ^{210}Pb BAV (Bq/m ³)	Activitat beta total BC (Bq/m ³)	Incertesa ^{210}Pb BAV (K=2) (Bq/m ³)	Incertesa beta total BC (K=2) (Bq/m ³)	Desviació activitat ^{210}Pb BC respecte BAV (%)
1	F-725	BC1	3.68E-04	5.52E-04	4.76E-05	2.92E-05	49.91
2	F-726	BC2	4.13E-04	4.96E-04	3.10E-05	2.59E-05	20.13
3	F-727	BC3	1.70E-04	2.23E-04	1.33E-05	1.59E-05	30.75
4	F-728	BC4	3.10E-04	4.66E-04	4.03E-05	2.57E-05	50.17
5	F-729	BC5	7.51E-04	1.02E-03	5.55E-05	4.81E-05	35.38
6	F-730	BC6	7.88E-04	8.84E-04	5.86E-05	4.25E-05	12.15
7	F-731	BC7	6.17E-04	7.76E-04	4.58E-05	3.49E-05	25.8
8	F-732	BC8	3.96E-04	5.25E-04	2.96E-05	2.10E-05	32.62
9	F-733	BC9	3.21E-04	4.12E-04	2.42E-05	2.27E-05	28.43
10	F-734	BC10	2.72E-04	3.05E-04	2.06E-05	1.98E-05	12.1
11	F-735	BC11	3.60E-04	5.48E-04	4.66E-05	2.91E-05	52.24
12	F-736	BC12	5.48E-04	6.77E-04	4.08E-05	3.41E-05	23.49
13	F-742	BC13	5.94E-04	7.82E-04	4.40E-05	3.83E-05	31.78
14	F-743	BC14	8.51E-04	8.74E-04	6.32E-05	4.47E-05	2.73
15	F-744	BC15	5.02E-04	5.47E-04	3.78E-05	3.02E-05	9.15
16	F-745	BC16	6.10E-04	7.00E-04	4.52E-05	3.42E-05	14.82
17	F-746	BC17	1.12E-03	1.11E-03	8.51E-05	5.18E-05	-0.39
18	F-747	BC18	4.68E-04	5.47E-04	3.53E-05	2.69E-05	16.99
19	F-748	BC19	5.43E-04	6.80E-04	4.05E-05	3.15E-05	25.17
20	F-749	BC20	7.22E-04	8.06E-04	5.34E-05	3.61E-05	11.74

Taula B2. Valors d'activitat obtinguts amb la bomba gran i petita.

C. Cost econòmic.

C.1 Temps.

El desglossament del temps emprat en el projecte per part del estudiant i el personal del INTE resulten en les següents taules.

Descripció	Quantitat	Temps	Temps total per tasca (hores)
Documentació			150
Recopilació dades 2006-2013			20
Tractament dades 2006-2013 i detecció valors anòmals			15
Anàlisis temporal dades			30
Preparació filtres mitjans	15	1h	20
Preparació filtres petits	20	1h	20
Geometria recompte filtre gran	24	25 min	10
Marcatge filtres grans	2	5h	10
Control cabal bombes	180	20 min	60
Model teòric flux bomba			25
Intercomparació bombes			25
Millora calibratge			65
Elaboració memòria			220
		Total	670

Taula C1. Desglossament temps dedicat al projecte per part del estudiant.

Descripció	Quantitat	Temps	Temps total per tasca (hores)
Gestió detector	80	30 min	40
Marcatge dissolució 210Pb patró	40	15	10
Elaboració dels filtres amb material de referència			3
		Total	53

Taula C2. Desglossament temps emprat per el personal del INTE.

C.2 Material consumible.

- Cost del nitrogen emprat per a refrigerar els detectors gamma.

$$\text{Cost nitrogen} = \frac{1.5 \text{ €}}{\text{Litre}} * \frac{3 \text{ Litres}}{\text{Dia recompte}} * 3 \text{ Dies recompte} = 13.5 \text{ €}$$

Potencia màxima equips:

- Bomba alt volum 3000W
- Bomba mitja volum 1000W
- Bomba petit volum 660W
- Estufa 810W

Els preu aplicables a partir del 1 de gener del 2014 del kWh en la tarifa d'últim recurs és de 0,133295 euros/kWh. I el preu degut a la potencia contractada és de 35,649473 euros/kW any.

Cost elèctric:

- Bomba alt volum

$$24 \text{ setmanes} * \frac{168 \text{ hores}}{1 \text{ setmana}} * \frac{3 \text{ kWh}}{1 \text{ hora}} * \frac{0.133295 \text{ €}}{1 \text{ kWh}} = 1612.34 \text{ €}$$

- Bomba mitja volum 1000W

$$12 \text{ setmanes} * \frac{168 \text{ hores}}{1 \text{ setmana}} * \frac{1 \text{ kWh}}{1 \text{ hora}} * \frac{0.133295 \text{ €}}{1 \text{ kWh}} = 268.72 \text{ €}$$

- Bomba petit volum 660W

$$20 \text{ setmanes} * \frac{168 \text{ hores}}{1 \text{ setmana}} * \frac{0.66 \text{ kWh}}{1 \text{ hora}} * \frac{0.133295 \text{ €}}{1 \text{ kWh}} = 295.59 \text{ €}$$

- Estufa 810W

$$1 \text{ hora} * \frac{0.810 \text{ kWh}}{1 \text{ hora}} * \frac{0.133295 \text{ €}}{1 \text{ kWh}} = 0.11 \text{ €}$$

- Cost potencia contractada mínima

$$5.47 \text{ kW} * \frac{35.649473 \text{ €}}{\text{kW}} * \frac{12 \text{ mesos}}{6.5 \text{ mesos}} = 360 \text{ €}$$